

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-130444

(43)Date of publication of application : 15.05.2001

(51)Int.Cl.

B62D 25/00  
B62D 25/04  
F16F 7/12  
// C22C 38/00

(21)Application number : 11-315332

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 05.11.1999

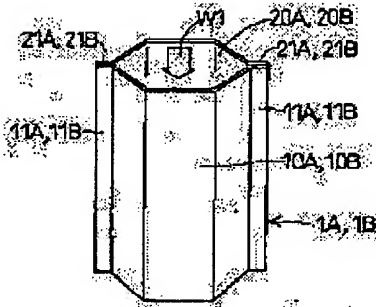
(72)Inventor : TANAKA TAKEHISA

### (54) IMPACT ENERGY ABSORBING MEMBER

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an impact energy absorbing member that can appreciably absorb impact energy.

**SOLUTION:** An impact energy absorbing member 1A, 1B has a given cross-sectional form, and absorbs impact energy when deformed under a impact load in the surface direction. The collision energy absorbing member 1A, 1B consists of a steel plate having a structure including austenite in an area rate of 60% or above, or of a steel plate including austenite adapted to generate martensite through a strain-induced transformation and having a strain hardening exponent of 0.26 or above.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-130444  
(P2001-130444A)

(43) 公開日 平成13年 5月15日 (2001. 5. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
B 6 2 D 25/00		B 6 2 D 25/00	3 D 0 0 3
		25/04	Z 3 J 0 6 6
F 1 6 F 7/12		F 1 6 F 7/12	
// C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-315332

(22) 出願日 平成11年11月 5日 (1999. 11. 5)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 田中 健久

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

Fターム (参考) 3D003 AA04 AA05 AA10 BB02-CA09

CA17 CA18 CA33 CA34 CA35

CA48

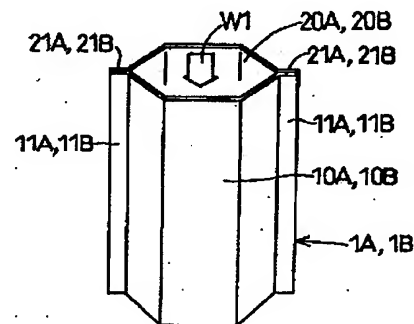
3J066 AA01 AA23 BA03 BD07 BF02

(54) 【発明の名称】 衝突エネルギー吸収部材

(57) 【要約】

【課題】 衝突エネルギーの吸収性を高めることができる衝突エネルギー吸収部材を提供すること。

【解決手段】 衝突エネルギー吸収部材 1 A, 1 B は、所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収するものである。衝突エネルギー吸収部材 1 A, 1 B は、オーステナイトが面積率で 60% 以上の組織からなる鋼板を用いて構成されている。または衝突エネルギー吸収部材 1 A, 1 B は、加工誘起変態によりマルテンサイトを生成可能なオーステナイトをもち加工硬化指数が 0. 26 以上の鋼板を用いて構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、オーステナイトが面積比で60%以上の組織からなる鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

【請求項2】所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、加工誘起変態によりマルテンサイトを生成可能なオーステナイトをもつと共に加工硬化指数が0.26以上の鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、衝突エネルギーを効率よく吸収できるように改良した衝突エネルギー吸収部材に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平9-277953号公報（公開：1997年）には、長手方向に沿った衝突荷重を受けて座屈変形することにより、衝突エネルギーを吸収する筒形状の衝突エネルギー吸収部材が開示されている。この公報技術は、部材の形状により衝突エネルギーを効率よく吸収できるようにしたものである。

【0003】また特開平11-61326号公報（公開：1999年）には、残留オーステナイトの占有率（面積率）が5～50%であり、残留オーステナイトの平均結晶粒度が5μm以下であり、加工硬化指数が0.13以上、降伏比が85%以下、引張強さ×全伸びが20000以上、穴抜け比が1.2以上に設定されている耐衝突安全性及び成形性に優れた自動車用高強度鋼板が開示されている。このものでは、前記したように残留オーステナイトの占有率が5～50%であり、残部がフェライト及びマルテンサイトとされている。この公報技術に開示されている加工硬化指数の上限は0.22程度とされている。この公報技術は、鋼板の材料特性により動的エネルギー吸収量を増大させるものであるが、フェライト組織の割合がかなり高く、フェライトを主体とするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記した特開平9-277953号公報に係る技術は、衝突エネルギー吸収部材の形状を利用するものであり、材質の面で改良を開示するものではない。

【0005】上記した特開平11-61326号公報に係る技術は、上記したようにオーステナイトを含むもののフェライトを主体とするものである。フェライトは体心立方結晶構造を有するため、すべり系が少なく、塑性

変形時の変形能が必ずしも充分ではなく、また加工硬化指数も0.10～0.20程度と低い。このため、衝撃的な衝突荷重が作用すると、鋼板の変形途中において割れやちぎれ等が発生し易くなる。このように割れやちぎれ等が発生すると、衝突エネルギーの吸収性が低下するため、不均一な座屈変形となり易く、衝突エネルギーを効率よく吸収する性能が低下する。

【0006】また上記した特開平11-61326号公報に係る技術は、残留オーステナイトが加工誘起変態することがあったとしても、それを主体とするものではなく、また加工硬化指数も低いものであり、衝突エネルギーの吸収性としては必ずしも充分ではない。

【0007】本発明は上記した実情に鑑みなされたものであり、衝突エネルギーの吸収性を高めることができる衝突エネルギー吸収部材を提供することを課題とするにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、オーステナイトが面積率で60%以上の組織からなる鋼板を用いて構成されていることを特徴とするものである。

【0009】第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、加工誘起変態によりマルテンサイトを生成可能なオーステナイトをもつと共に加工硬化指数が0.26以上の鋼板を用いて構成されていることを特徴とするものである。

【0010】

【発明の実施の形態】第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、オーステナイトが面積率で60%以上の組織からなる鋼板を用いて構成されている。衝突エネルギー吸収部材の全体が上記した鋼板のみで形成されている形態でも良いし、衝突エネルギー吸収部材を構成する一部が上記した鋼板で構成されている形態でも良い。

【0011】オーステナイト組織は面心立方結晶構造であるため、体心立方結晶構造をもつフェライトに比較して結晶のすべり系が多い。このため展延性に富む。極低温であっても展延性に富む。このため、衝突エネルギー吸収部材が衝突荷重を受けて変形する際に、局部的な割れ、ちぎれ等が発生しにくくなる。故に、衝突エネルギー吸収部材の全体の変形性が均一化し易くなり、衝突エネルギーの吸収性能が良好に確保される。

【0012】第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、前記したように、オーステナイトの面積率がかなり高い組織からなる鋼板を用いて構成されている。この鋼板において、オーステナイト組織の割合は、衝突エネルギー吸収部材の種類、用途、要請される衝突吸収形態、コスト

などの要因を考慮して選択されるが、面積率で100%、98%以上、96%以上にでき、また、94%以上、92%以上、90%以上のいずれかにすることもできる。また、85%以上、75%以上、70%以上、65%以上のいずれかにすることもできる。従って、Ni、Mn、C、N等のオーステナイト安定化元素を含むことが好ましい。

【0013】衝突エネルギーの吸収性能の向上を考慮すると、第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、実質的にオーステナイト組織からなる鋼板で構成されていることが好ましい。第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材によれば、オーステナイトは、マルテンサイト変態等の変態を起し易い不安定オーステナイトや準安定オーステナイトよりも、マルテンサイト変態等の変態を起しにくい安定オーステナイトであることが好ましい。

【0014】第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材の鋼は、組成的には、図3に示す状態図においてオーステナイトとマルテンサイトとの混合組織(A+M)にあまり接近していない組成をもつものを採用することができる。換言すれば、第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材の鋼は、後述する①式、②式に過剰に接近していないNi当量、Cr当量をもつ組成であること、つまり、マルテンサイト変態等の変態を起こさないか、起こしにくいような安定オーステナイトの組織を採用することができる。

【0015】なお、第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材に係る鋼板であっても、オーステナイトとマルテンサイトとの混合組織(A+M)に接近している組成をもつ場合には、オーステナイトの安定性が低くなるため、衝撃的な衝突荷重が作用すると加工誘起変態によりオーステナイトがマルテンサイトに変態することがある。この場合には、すべり系が多いことによる衝突エネルギー吸収性の確保のほか、加工誘起変態による衝突エネルギー吸収性の確保を期待することができる。

【0016】第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、加工誘起変態によりマルテンサイトを生成可能なオーステナイトであり加工硬化指数が0.26以上の鋼板を用いて構成されている。加工硬化指数が特定値以上であれば、衝撃的な衝突荷重の影響で加工誘起変態によりオーステナイトがマルテンサイトに変態し易くなり、金属組織が硬くなる。硬くなった部分はそれ以上は変形しにくくなるため、まだ変形していない部分のオーステナイトが衝撃的な衝突荷重の影響で加工誘起変態によりマルテンサイトに変態し易くなる。このため衝突時の変形伝搬特性が向上し、衝突エネルギーの吸収性能が確保される。

【0017】第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材によれば、衝突エネルギー吸収部材を使用する場所、衝突エネルギー吸収部材のサイズや衝突形態やコストなどによっても相違するものの、加工硬化指数は0.27以上、0.28以上、0.29以上、0.30以上、0.31以

上、0.32以上、0.33以上、0.34以上、0.35以上、0.36以上、0.37以上、0.38以上のいずれかとすることができる。オーステナイトといえども、加工誘起マルテンサイト変態の析出度合いを考慮すると、加工硬化指数の上限値としては0.70、0.71、0.72のいずれかが好ましいと考えられる。

【0018】従って第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材によれば、加工硬化指数は例えば0.26~0.42、0.30~0.38、0.32~0.38、0.30~0.40のいずれかとすることができる。但しこれらに限定されるものではない。

【0019】なお、フェライトを主体とする鋼板であれば、加工硬化指数は一般的には0.15~0.20であり、高いものでも0.24である。

【0020】加工硬化指数は一般的には静的引張試験を実施し、荷重及び伸びを測定して求める。加工硬化指数の値は基本的には材質に依存するものであり、試験片の形状には基本的には依存しないと考えられている。

【0021】第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材において、上記したように加工硬化指数が高いのは、加工誘起変態によりオーステナイトがマルテンサイトに変態するためであり、マルテンサイトの生成に伴い硬化するからである。

【0022】第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材においては、加工誘起変態でマルテンサイトに変態する性質をもつ実質的にオーステナイト組織からなるものを採用することができる。あるいは、オーステナイト組織及びフェライト組織(面積率で10%以下、残部実質的にオーステナイト)をもつものを採用することができる。前者の場合には、実質的にオーステナイト組織からなるものであるものの、図4に示す状態図において組成的には、オーステナイトとマルテンサイトとの混合組織(A+M)に近い組成をもつものである。後者の場合には、用途やコスト等に応じて、鋼板におけるフェライト組織は面積率で5%以下、4%以下、3%以下、2%以下、1%以下のいずれかであり、残部が実質的にオーステナイトの組織をもつ鋼板を採用することができる。

【0023】第1発明及び第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて変形することにより、衝突エネルギーを吸収するものである。このような衝突エネルギー吸収部材としては、横断面が四角(正方形、長方形を含む)形状の筒形態、あるいは、円形状(円、楕円、長円を含む)の筒形態、あるいは、横断面がL形状をもつアングル形態、あるいは、横断面がコノ字形状をもつチャンネル形態のものを採用することができる。

【0024】従って衝突エネルギー吸収部材の横断面は、Lの字、疑似Lの字、Yの字、疑似Yの字、Iの字、疑似Iの字、コの字、疑似コの字などの閉断面でも良いし、あるいは、円、四角、多角等の閉断面でも良い。ま

た、上記したLの字、疑似Lの字、Yの字、疑似Yの字、Iの字、疑似Iの字、コの字、疑似コの字、Sの字、疑似Sの字などの少なくとも1種の字体を含む横断面形状でも良い。

【0025】なお、衝突エネルギー吸収部材がこれの面方向に衝突荷重を受け易くするためには、衝突エネルギー吸収部材が空洞部を有する場合には、粉末、発泡材、中子等の装填物を衝突エネルギー吸収部材の内部に装入して、衝突エネルギー吸収部材の長手方向における剛性を高めることも好ましい。これにより衝突エネルギー吸収部材の曲成を抑え易い。

【0026】衝突エネルギー吸収部材は、長さが短い短尺形態でも良いし、長さが長い長尺形態のものでも良い。但し衝突エネルギー吸収部材としては、これらの形態に限定されるものではない。

【0027】要するに、第1発明及び第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材は、面方向に沿った衝突荷重を受けられるものであればよい。第1発明または第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材を車両の車体構成部材に適用すれば、車両の衝突時における衝突エネルギーの吸収性を向上させることができる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0029】（実施例1）実施例1について図1～図3を参照して説明する。本実施例に係る衝突エネルギー吸収部材1Aは、第1発明に相当するものであり、所定の横断面形状をもち面方向（矢印W1方向）に沿った衝撃的な衝突荷重を受けて座屈変形することにより、衝突エネルギーを吸収するものである。具体的には、衝突エネルギー吸収部材1Aは、横断面がほぼコの字形形状をなすと共に外方向に延設された第1フランジ部11Aをもつ第1の部材10Aと、横断面がほぼコの字形形状をなすと共に外方向に延設された第2フランジ部21Aをもつ第2の部材20Aとを用い、第1フランジ部11Aと第2フランジ部21Aとを重ねた状態で一体的に溶接で接合することにより、筒形状に構成されている。この衝突エネルギー吸収部材1Aは車両に使用する自動車用ボデーの部品であるロッカーパネルを模試したものである。

【0030】第1の部材10A及び第2の部材20Aを\*40

$$Ni+30\times C+0.5\times Mn=1.1\times [Cr+Mo+1.5\times Si+0.5\times Nb]-8.0\cdots \textcircled{1}\text{式}$$

【0036】 ※ ※ 【数2】

$$Ni+30\times C+0.5\times Mn=-0.8\times [Cr+Mo+1.5\times Si+0.5\times Nb]+25.7\cdots \textcircled{2}\text{式}$$

【0037】 ★ ★ 【数3】

$$Ni+30\times C+0.5\times Mn=0.87\times [Cr+Mo+1.5\times Si+0.5\times Nb]-6.7\cdots \textcircled{3}\text{式}$$

【0038】 【数4】

\* 構成する鋼板は同じ材質であり、実質的にオーステナイト組織、つまり面積率でオーステナイトが実質的に100%の鋼（多結晶組織）で形成されている。

【0031】図3は横軸をCr当量とし、縦軸をNi当量としたときにおける組織の状態図を示す。図3においてAはオーステナイトを意味し、Mはマルテンサイトを意味し、Fはフェライトを意味する。Ni当量及びCr当量は次式で求まる。含有量は質量%（=重量%）を意味する。

10 【0032】Ni当量=%Ni（Ni含有量）+30×%C（炭素含有量）+0.5×%Mn（マンガン含有量）

Cr当量=%Cr（Cr含有量）+%Mo（Mo含有量）+1.5×%Si（シリコン含有量）+0.5×%Nb（ニオブ含有量）

この鋼板における組成は、Ni当量（%）及びCr当量（%）で規定するとき、図3に示すハッチングで記載された領域α内に設定されている。領域αは実質的にオーステナイトからなる組織を示す。

20 【0033】図3において、領域αは①式と②式と③式とで区画されている領域である。①式は、数式1（数1）で示すように、Ni当量及びCr当量を因子とする一次関数として表現される。②式は、数式2（数2）で示すように、Ni当量及びCr当量を因子とする一次関数として表現される。図3に示すように③式はNi当量が30%であることを意味する。ここで、一般の一次関数と同様に、①式、②式の一次関数で示される直線の傾きは、（縦軸における増加量／横軸における増加量）、即ち、（Ni当量の増加量／Cr当量の増加量）で規定される。①式、②式の一次関数で示される直線の切片は、Cr当量が0%のときにおけるNi当量で規定される。

【0034】上記した領域αは、③式で示される特性線よりも下方の領域であり、①式で示される特性線よりも図示上方の領域であり、且つ、②式で示される特性線よりも図示上方の領域である。これを数式6（数6）として示す。

【0035】

【数1】

$$\text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} = -0.8 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) + 29.0 \dots \textcircled{4} \text{式}$$

【0039】

\* \* 【数5】

$$\text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} = -0.8 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) + 25.7 \dots \textcircled{5} \text{式}$$

【0040】

\* \* 【数6】

$$\text{領域}\alpha \Rightarrow \text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} \geq 1.1 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) - 8.0 \dots \textcircled{1} \text{式}$$

かつ

$$\text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} \geq -0.8 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) + 25.7 \dots \textcircled{2} \text{式}$$

を満たす成分範囲

【0041】

\* \* 【数7】

$$\text{領域}\beta \Rightarrow \text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} \geq 0.87 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) - 6.7 \dots \textcircled{3} \text{式}$$

かつ

$$\text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} \leq -0.8 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) + 29.0 \dots \textcircled{4} \text{式}$$

かつ

$$\text{Ni} + 30 \times \text{C} + 0.5 \times \text{Mn} \geq -0.8 \times (\text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \text{Si} + 0.5 \times \text{Nb}) + 25.7 \dots \textcircled{5} \text{式}$$

を満たす成分範囲

【0042】なお本実施例に係る鋼板の組成としては、領域 $\alpha$ 内であれば、 $\alpha 1 \sim \alpha 6$ で示す組成のものを採用することができる。

【0043】上記した本実施例に係る衝突エネルギー吸収部材1Aに対して、衝突エネルギー吸収部材1Aを構成する鋼板の面方向に沿った衝突荷重を与えて変形させると、図2(b)に示すように、長手方向において、つまり、衝突エネルギー吸収部材1Aの軸長方向に沿って多数の曲成部10cが形成され、ほぼ全体が蛇腹状に座屈変形し易くなる。その理由は、衝突エネルギー吸収部材1Aは、実質的にオーステナイト100%の組織からなる鋼板で構成されているためと推察される。即ち、前述したようにオーステナイトは面心立方結晶構造であるため、すべり系が多く展延性に富むため、衝突エネルギー吸収部材1Aが衝撃的な衝突荷重を受けて変形する際に、フェライト系主体の鋼とは異なり、局所的な割れ、ちぎれ等が発生しにくくなり、衝突エネルギー吸収部材1Aの全体の変形性が均一化し、衝突エネルギーの吸収性能が確保されるためと推察される。

【0044】さらに本実施例に係る衝突エネルギー吸収部材1Aによれば、衝突の際のエネルギーの吸収性能が改善されるため、衝突の際の吸収エネルギーを従来品と同程度とするならば、鋼板の薄肉化を図り得る。このため軽量化に有利となる。

【0045】(実施例2) 実施例2について説明する。実施例2に係る衝突エネルギー吸収部材1Bは第2発明に相当するものであり、図1に示す前記した衝突エネルギー吸収部材1Aと外観は同一であるため、図1を参照して説明する。衝突エネルギー吸収部材1Bは、横断面がほぼコの字形状をなすと共に外方向に延設された第1フランジ部11Bをもつ第1の部材10Bと、横断面がほぼコの字形状をなすと共に外方向に延設された第2フランジ

部21Bをもつ第2の部材20Bとを用い、第1フランジ部11Bと第2フランジ部21Bとを重ねた状態で一体的に溶接で接合することにより、筒形状に構成されている。

【0046】この衝突エネルギー吸収部材1Bは車両に使用する自動車用ボデーの部品であるロッカーパネルを模試したものである。

【0047】実施例2に係る第1の部材10B及び第2の部材20Bを構成する鋼板は、同じ材質である。実施例2に係る鋼板の組成は、Ni当量(%)及びCr当量(%)で規定するとき、図4に示すハッチングで記載された領域 $\beta$ 内に設定されている。図4において、領域 $\beta$ は $\textcircled{3}$ 式と $\textcircled{4}$ 式と $\textcircled{5}$ 式とで区画されている領域である。 $\textcircled{3}$ 式は、数式3(数3)で示すように、Ni当量及びCr当量を因子とする一次関数として表現される。 $\textcircled{4}$ 式は、数式4(数4)で示すように、Ni当量及びCr当量を因子とする一次関数として表現される。 $\textcircled{5}$ 式は、数式5(数5)で示すように、Ni当量及びCr当量を因子とする関数として表現される。

【0048】換言すれば、図4に示すように、領域 $\beta$ は、 $\textcircled{3}$ 式で示される特性線よりも図示上方の領域であり、且つ、 $\textcircled{4}$ 式で示される特性線よりも図示下方の領域であり、且つ、 $\textcircled{5}$ 式で示される特性線よりも図示上方の領域である。これを数式7(数7)として示す。

【0049】なお本実施例に係る鋼板の組成としては、領域 $\beta$ 内であれば、 $\beta 1 \sim \beta 3$ で示す組成のものを採用することができる。

【0050】更に換言すれば、実施例2に係る鋼板は、 $\textcircled{5}$ 式及び $\textcircled{3}$ 式に近い側の組成をもつと共に実質的にオーステナイト組織(多結晶)つまり面積率でオーステナイトが100%の鋼板、あるいは、オーステナイトとフェライトの混合組織(多結晶、面積率でオーステナイトが

90%、フェライトが10%)の鋼板で形成されている。加工硬化指数は、前者の場合には0.5~0.7程度であり、後者の場合には0.3~0.5程度であり、共に高いものである。

【0051】本実施例に係る衝突エネルギー吸収部材1Bに対して、衝突エネルギー吸収部材1Bを構成する鋼板の面方向に沿った衝突荷重を与えて座屈変形させると、実施例1の場合と同様に、図2(b)に示すように、長手方向において、つまり、衝突エネルギー吸収部材1Bの軸長方向に沿って多数の曲成部10cが形成され、衝突エネルギー吸収部材1の全体がほぼ蛇腹状に座屈し易くなる。その理由は次のように推察される。鋼板の加工硬化指数が特定値以上であれば、衝撃的な衝突荷重の影響で加工誘起変態によりオーステナイトがマルテンサイトに変態し易くなり、これにより金属組織が硬くなる。硬くなった部分はそれ以上は変形しにくくなるため、まだ変形していない部分のオーステナイトが衝撃的な衝突荷重の影響で加工誘起変態によりマルテンサイトに変態し易くなる。このため、鋼板において割れやちぎれ等が発生することを抑制しつつ、衝突エネルギー吸収部材1Bの最終域または最終域付近まで鋼板が正常に塑性変形する。故に、衝突時の変形伝播特性が向上し、衝突エネルギーの\*

\*吸収性能が確保されるためと推察される。

【0052】さらに本実施例に係る衝突エネルギー吸収部材1Bによれば、衝突の際の吸収エネルギーを従来品と同程度とするならば、鋼板の薄肉化を図り得るため、軽量化に有利となる。

【0053】(試験例1)実施例1に係る衝突エネルギー吸収部材1Aを構成する鋼板を用いた試験片aを用意した。更に、実施例2に係る衝突エネルギー吸収部材1Bを構成する鋼板を用いた試験片bを用意した。試験片aの組成は、図3に係る領域a内における“a”に相当する。試験片bの組成は、図4に係る領域β内における“b”に相当する。

【0054】更に比較例の鋼板を用いた試験片c、別の比較例の鋼板を用いた試験片dを用意した。試験片cはTRIP鋼(Transformation-induced plasticity)に相当する。試験片dはJIS-SPC590に相当し、フェライト単相である。

【0055】試験片a~dに係る鋼板の組成を表1に示す。

【0056】

【表1】

		組成 質量%											
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N	Ti	Nb	Mo	Cu
実施例	a	0.05	0.61	2.89	0.038	0.001	12.2	19.0	0.14	0.01	0.01	0.07	0.14
	b	0.05	0.54	0.80	0.035	0.009	8.87	18.3	0.03	0.01	0.01	0.06	0.11
比較例	c	0.11	1.08	1.45	0.017	0.003	0.02	0.02	0.002	0.02	0.01	0.001	0.02
	d	0.11	0.16	1.52	0.02	0.003	0.01	0.02	0.003	0.01	0.01	0.001	0.01

【0057】各試験片a~dについて静的引張試験を行ない、荷重-伸び特性を求め、各試験片の引張強さ、降伏応力、破断伸び、加工硬化指数を測定した。引張試験はJIS-Z2241に準じて、JIS-5号試験片

(板状試験片)を用いて行った。試験結果を表2に示す。

【0058】

【表2】

	試験片	引張強さ MPa	降伏応力 MPa	破断伸び %	加工硬化 指数: n
実施例	a	716.4	396.0	54.8	0.30
	b	780.4	322.4	72.3	0.34
比較例	c	640.4	422.0	34.6	0.23
	d	617.0	457.8	24.8	0.19

【0059】加工硬化指数nは数式8（数8）に基づいて求めた。数式8（数8）において、PAは荷重-伸び特性における伸び5%のときの荷重[MPa]を示す。PBは荷重-伸び特性における伸び15%のときの荷重[MPa]を示す。εAは伸び5%のときに対応する真ひずみを示す。εBは伸び15%のときに対応する真ひずみを示す。加工硬化指数は、試験片aでは0.30であり、試験片bでは0.34であり、共に高かった。比較例に係る試験片cでは0.23であり、同じく比較例に係る試験片dでは0.19と低かった。

【0060】

【数8】

$$n = \left( \ln \frac{PB}{PA} + \varepsilon B - \varepsilon A \right) / \ln \frac{\varepsilon B}{\varepsilon A}$$

【0061】（試験例2）試験片a～dと同材質の鋼板（厚み：1.2mm）を用いて、図1に示す筒形状の衝突エネルギー吸収部材a1～d1（長さ：300mm）をそれぞれ作製した。衝突エネルギー吸収部材a1の長手方向が垂直方向となるようにロードセルの上に衝突エネルギー吸収部材a1を設置した。そして、12mの高さから重り（重量：150kgw）を衝突エネルギー吸収部材a1の上端部に向けて自由落下させ、これにより重りを衝突エネルギー吸収部材a1に衝突させてこれを圧潰させる圧潰試験を実施した。圧潰の際にロードセルにより単位時間（0.05msec）毎にロードセル荷重を変位量100mmまで測定した。

【0062】そして変位に対する荷重値の累積から吸収エネルギーを求めた。他の衝突エネルギー吸収部材b1～d1の吸収エネルギーについても同様に測定した。その測定結果を図5に示す。図5に示すように、吸収エネルギーとしては、実施例1に相当する衝突エネルギー吸収部材a1は7800J程度であり、実施例2に相当する衝突エネルギー吸収部材b1は6900J程度であり、高かった。比較例（TRIP鋼）に相当する衝突エネルギー吸収部材c1は5800J程度であり、比較例（JIS-SPC590）に相当する衝突エネルギー吸収部材d1は4900J程度であり、低かった。図5に示す試験結果によれば、実施例1、実施例2は衝突の際においてエネルギー吸収性

が良好であり、衝突の緩和に有利であることがわかる。

【0063】実施例に係る衝突エネルギー吸収部材a1、b1は共に、図2（b）（c）に模式的に示すように、座屈変形は大きく偏ることなく、全体が蛇腹状に座屈変形した。これに対して比較例に係る衝突エネルギー吸収部材c1、d1は共に、図2（d）に模式的に示すように、大きく偏った座屈変形が生じた。

【0064】図6は板厚を変化させたとき、上記した圧潰試験での吸収エネルギーの変化を示す。試験材としてb1を使用した。比較例としてJIS-SPC590を使用した、図6の特性線に示すように、衝突吸収エネルギーをU1とするには、比較例に係る試験片では板厚が1.6mm必要であったが、発明者等が開いた試験片の場合には、板厚が1.46mm程度で同じ程度の衝突吸収性が得られた。このことから、衝突の際における吸収エネルギーを従来品と同程度とするならば、鋼板の薄肉化を図り得るため、軽量化に有利となることがわかる。

【0065】図7（A）（B）（C）（D）は、試験例2における変位-荷重の特性線を示す。変位-荷重の特性線における山、谷の数が多いほど、衝突エネルギー吸収部材の全体が偏ることなく蛇腹状に座屈し、衝突エネルギーを効率よく吸収する性質をもつことを意味する。図7（A）は衝突エネルギー吸収部材a1の試験結果を示す。図7（B）は衝突エネルギー吸収部材b1の試験結果を示す。図7（C）は衝突エネルギー吸収部材c1の試験結果を示す。図7（D）は衝突エネルギー吸収部材d1の試験結果を示す。

【0066】図7（A）の特性線、図7（B）の特性線に示すように、衝突エネルギー吸収部材a1、衝突エネルギー吸収部材b1によれば、特性線における山、谷の数が多かった。図7（C）の特性線、図7（D）の特性線に示すように、衝突エネルギー吸収部材c1、衝突エネルギー吸収部材d1によれば、衝突エネルギー吸収部材a1、b1よりも、特性線における山、谷の数が少なかった。図7に示す結果からみても、衝突エネルギー吸収部材a1、b1は衝突エネルギーの吸収性能が良好であることがわかる。

【0067】（例）図8は車両のボディ構成部品に適用する例を示す。図8に示すように、フロントサイドメン



バ102、リアフロアサイドメンバ104、フロントビラー106、センタービラー108、フロアアンダリンフォース110、ロッカーインナー112、フロントフロアクロスメンバ116、センターフロアクロスメンバ118等が車両のボディ構成部品として設けられており、これらが車両における衝突エネルギー吸収部材として機能することができる。

【0068】なおフロントサイドメンバ102、リアフロアサイドメンバ104、フロントビラー106は車体の前後方向に沿っており、車体の前後方向から作用する衝突荷重に対して有効である。フロントフロアクロスメンバ116、センターフロアクロスメンバ118は車体の車幅方向に沿っており、車体の車幅方向から作用する衝突荷重に対して有効である。フロントビラー106、センタービラー108は車体の高さ方向に沿っており、高さ方向からの荷重に有効である。

【0069】図9に示すようにフロントサイドメンバ102は筒形状とされており、車体の前後方向に沿って配置されている。

【0070】図10及び図11に示すようにフロントビラー106は車体の高さ方向及び車体前後方向に沿って傾斜して配置されている。図11に示すようにこのフロントビラー106は複数の鋼板106a~106cを組み付けて筒形状に構成されている。複数の鋼板106a~106cのうち少なくとも一枚の鋼板は、実施例1または実施例2に係る鋼板で構成されている。

【0071】図12及び図13に示すようにセンタービラー108は車体の高さ方向に沿っている。図13に示すようにセンタービラー108は複数の鋼板108a~108cを組み付けて筒形状に構成されている。複数の鋼板108a~108cのうち少なくとも一枚の鋼板は、実施例1または実施例2に係る鋼板で構成されている。

【0072】上記した適用例では、車両のボディ構成部品に適用しているが、これに限られるものではなく、例えば、鉄道車両、船舶、航空機などの輸送用機器に使用されるボディ構成部品や、道路、ガードレール、分離帯等に使用される衝撃吸収部等にも適用することができる。

【0073】図14は、他の実施例に係り、衝突エネルギー吸収部材1A、1Bの空洞状の内部に装填物50が装填されている形態を示す。衝突エネルギー吸収部材1A、1Bの長さが長いときであっても、装填物50により衝突エネルギー吸収部材1A、1Bが曲成されにくくなり、衝突エネルギー吸収部材1A、1Bの全体を一層座屈変形させ易くなる効果を期待できる。

【0074】(付記)上記した記載から次の技術的思想も把握できる。

【0075】(付記項1)所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて座屈変形することにより、

衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、Ni当量を縦軸とすると共にCr当量を横軸のグラフとしたとき、Ni当量、Cr当量は、前記した①式、②式、③式で包囲される組成の領域内である鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

【0076】(付記項2)所定の横断面形状をもち面方向に沿った衝突荷重を受けて座屈変形することにより、衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、Ni当量を縦軸とすると共にCr当量を横軸のグラフとしたとき、Ni当量、Cr当量は、前記した③式、④式、⑤式で包囲される組成の領域内である鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

【0077】(付記項3)衝突エネルギー吸収部材を備えている車体であって、衝突エネルギー吸収部材は、請求項1、請求項2、付記項1、付記項2の少なくともいずれか一方で規定されていることを特徴とする車体。

【0078】(付記項4)衝突エネルギー吸収部材を備えている車体であって、衝突エネルギー吸収部材は、請求項1、請求項2、付記項1、付記項2の少なくともいずれか一方で規定されていると共に、車体の前後方向、車幅方向、高さ方向の少なくともいずれか一方に沿って配置されていることを特徴とする車体。

【0079】(付記項5)衝突荷重を受けて変形することにより衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、オーステナイトが面積比で60%以上の組織からなる鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

【0080】(付記項6)衝突荷重を受けて変形することにより衝突エネルギーを吸収する衝突エネルギー吸収部材において、加工誘起変態によりマルテンサイトを生成可能なオーステナイトをもつと共に加工硬化指数が0.26以上の鋼板を用いて構成されていることを特徴とする衝突エネルギー吸収部材。

【0081】

【発明の効果】第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材、第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材によれば、面方向に沿った衝突荷重を受けたとき、衝突エネルギーの吸収性を向上させることができる。

【0082】従って、衝突の際における吸収エネルギーを従来品と同程度とするならば、軽量化に有利となる。

【0083】また第1発明に係る衝突エネルギー吸収部材、第2発明に係る衝突エネルギー吸収部材によれば、オーステナイト系であるため、プレス成形性を確保することもでき、複雑な形状であっても良好にプレス成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】衝突エネルギー吸収部材の斜視図である。

【図2】衝突エネルギー吸収部材の座屈形態を示す斜視図

である。

【図3】実施例1に係る銅板の状態図である。

【図4】実施例2に係る銅板の状態図である。

【図5】衝突吸収エネルギーを示すグラフである。

【図6】板厚と衝突吸収エネルギーとの関係を示すグラフである。

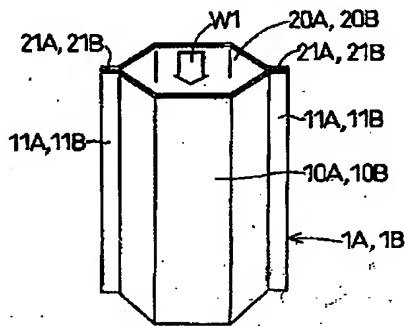
【図7】圧潰試験を行ったときにおける荷重-変位を示すグラフである。

【図8】車両のボディ構成部品を示す斜視図である。

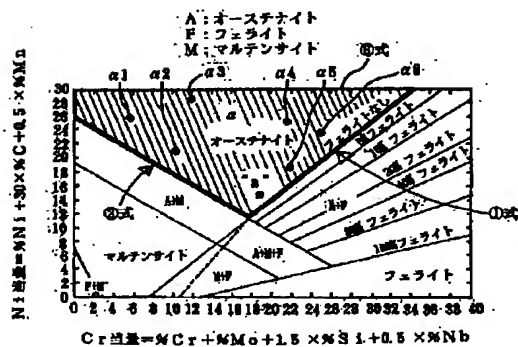
【図9】フロントサイドメンバを示す斜視図である。

【図10】フロントビラーを示す斜視図である。

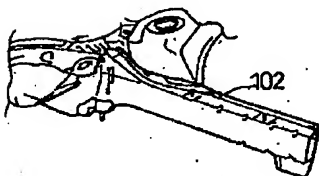
【図1】



【図3】



【図9】



\* 【図11】フロントビラーの内部構造を示す要部の斜視図である。

【図12】センタービラーを示す側面図である。

【図13】センタービラーの内部構造を示す要部の斜視図である。

【図14】他の実施例に係り、内部に装填物が装填されている衝突エネルギー吸収部材の斜視図である。

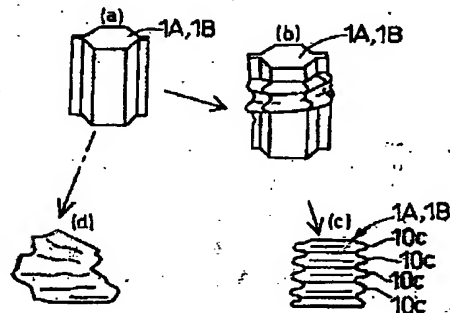
【符号の説明】

図中、1A、1Bは衝突エネルギー吸収部材、10A、10Bは第1の部材、20A、20Bは第2の部材を示す。

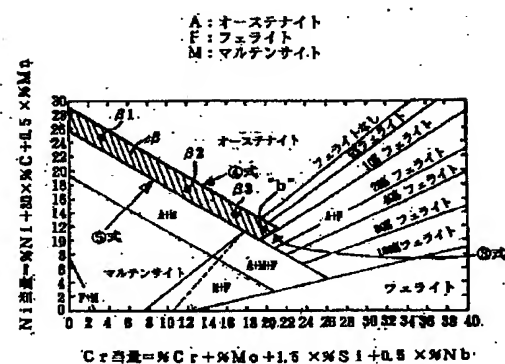
10

\*

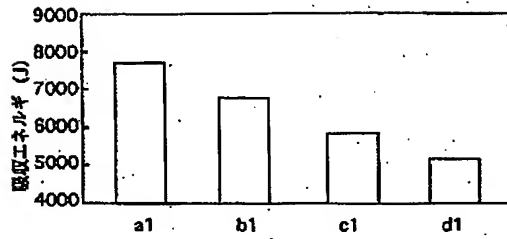
【図2】



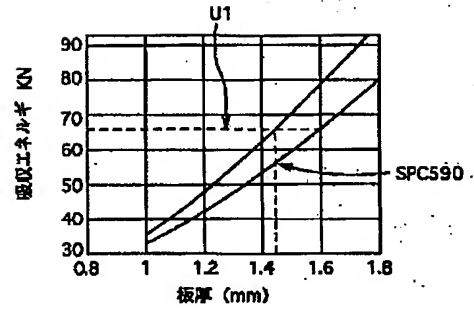
【図4】



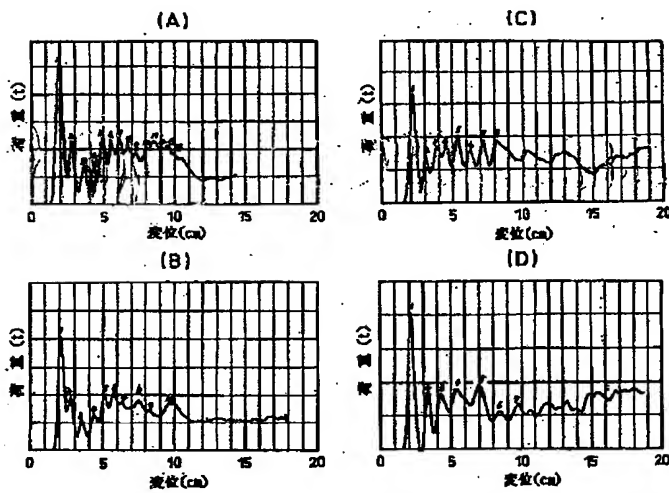
【図5】



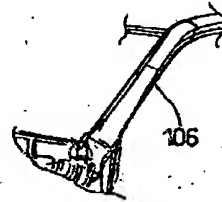
【図6】



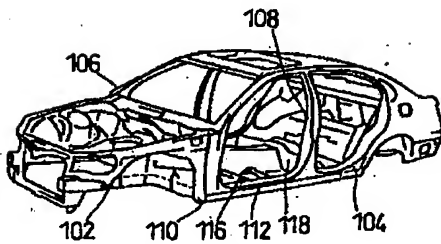
【図7】



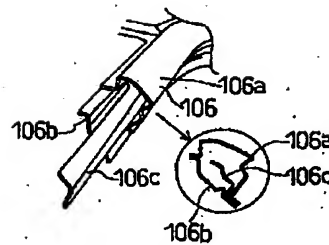
【図10】



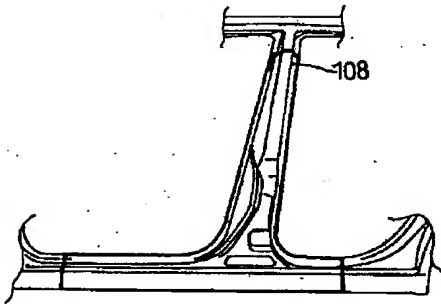
【図8】



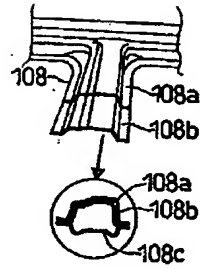
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

